

## ФРАКТАЛЬНИЙ МЕТОД АНАЛІЗУ КАРДІОРИТМУ У СТУДЕНТІВ З РІЗНИМИ ТИПАМИ КРОВООБІГУ

Лаптева Є. О.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Харків, Україна

У даній статті висвітлено результати проведеного дослідження залежності фрактальних характеристик кардіоритму людини від типу її кровообігу. Для цього вивчали фрактальність серцевого ритму у студентів денного відділення Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна за індексом Херста у трьох станах: у стані спокою (Н1), при навантаженні (Н2) та після відновлення частоти пульсу (Н3). У якості навантаження було обрано пробу Генча. У процесі дослідження було одержано результати, які дають можливість встановити залежність змін фрактальності кардіоритму від типу гемодинаміки студентів.

**Ключові слова:** фрактальний аналіз, тип кровообігу, серцево-судинна система

В данной статье освещены результаты проведенного исследования зависимости фрактальных характеристик кардиоритма от типа кровообращения. Для этого изучали фрактальность сердечного ритма студентов дневного отделения Харьковского национального университета В.Н. Каразина с использованием индекса Херста в трех состояниях: в состоянии покоя (Н1), при нагрузках (Н2) и после восстановления пульса (Н3). В качестве нагрузки было использована проба Генча. В процессе исследования были получены результаты, которые дают возможность установить зависимость изменений фрактальности кардиоритма от типа гемодинамики студентов.

**Ключевые слова:** фрактальный анализ, тип кровообращения, сердечно-сосудистая система.

This article presents the results of the study depending on the fractal characteristics of heart rate on the type of circulation. For this was studied fractal heart rate of full-time department of V.N. Karazin Kharkiv National University with using the Hurst index in three states: at rest (Н1), with loads of (Н2) and after recovery heart rate (Н3). As load was used probe Gencha. During Research the results were obtained, which give possibility to establish the dependence changing of the fractal heart rate on the hemodynamic type of students.

**Keywords:** fractal analysis, a type of blood circulation, cardiovascular system.

### Постановка проблеми

Найбільш доступним маркером ритму біологічної функції є серцевий ритм. Серцевий ритм — це важлива характеристика фізіологічного стану організму. За теорією Р.М. Баєвського, вона є індикатором стану всього організму, її параметри є визначальними для оцінки його функціонального стану [1].

Висока частота виявлення різних порушень серцевої діяльності свідчить про необхідність подальшого вдосконалення системи діагностики функціонального стану організму. До одного з найбільш інформативних методів оцінки кардіогемодинаміки, що поєднують у собі багато цінностей, належить метод фрактального аналізу кардіоритму. Він дозволяє оцінювати різні системи регуляції та функції серцево-судинної системи. Метод фракталів дозволяє досліджувати діапазон адаптивних можливостей усієї системи протягом тривалого проміжку часу.

Таким чином, здійснюючи моніторинг ступеня стохастичності діяльності системи при поточному й етапному контролі, можна зробити висновок про те, у яку сторону рухається система — оптимізації або дисфункції. Метод фрактального аналізу заснований на пошуку закономірностей у «хаосі» виникнення імпульсів ЕКГ. Ці закономірності дають більш повну й глибоку інформацію про стан усієї системи, а не окремих її компонентів. Крім того, критерії, що характеризують закономірності хаосу, є більш прогностичними й стабільними, чітко вказуючи на можливість «збою» в системі [2, с. 53].

**Метою даної роботи** було встановити характер змін фрактальності кардіоритму від типу кровообігу у студентів ХНУ імені В.Н.Каразіна.

**Об'єкт дослідження:** стан серцево-судинної системи у студентів.

**Предмет дослідження:** фрактальність серцевого ритму різних типів кровообігу.

**Завдання роботи:** проведення розподілу типів кровообігу у студентів; дослідження фрактальності серцевого ритму в студентів з різними типами кровообігу.

**Матеріали і методи дослідження.** Нами було проведено обстеження стану серцево-судинної системи студентів 1–3 курсів ХНУ імені В.Н. Каразіна. Усього в обстеженні брали участь 81 студент. Вівся протокол дослідження, включаючи антропометричні данні, показники АТ, ЧСС обстежених.

Реєстрація ритму серцевих скорочень проводилася за допомогою спеціальної програми комплексного комп'ютерного дослідження фізичного стану «VEDUN», розробленою на кафедрі фізичного виховання КМПУ ім Б.Д. Грінченка.

Індекс Херста був виміряний у трьох станах: спокою (Н1), при навантаженні (Н2), відновленні (Н3). Фази спокою та відновлення після навантаження тривали по 5 хвилин кожна. За навантаження було взято пробу Генча.

Розподіл типу кровообігу проводився методом, запропонованим Н.Н. Савицьким (1976).

**Результати дослідження та їх обговорення.** Користуючись методом, запропонованим Н.Н. Савицьким (1976), ми за величиною серцевого індексу (СІ) розподілили типи кровообігу студентів на гіпокінетичний (ГТК), еукінетичний (ЕТК) та гіперкінетичний тип (ГрТК) (рис. 1).

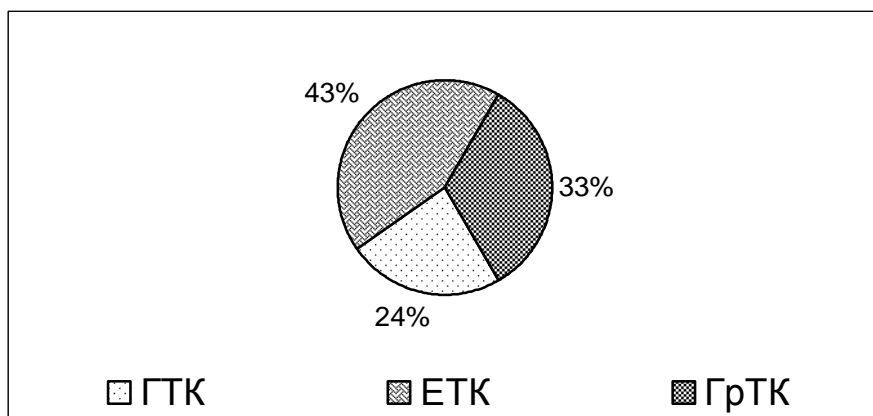


Рис. 1. Розподіл типів кровообігу у студентів ХНУ імені В.Н.Каразіна, (%)

У процентному співвідношенні студентів, що мають ГТК – 24 %, ЕТК – 43 %, ГрТК – 33 %. Таким чином, ми бачимо, що домінуючим серед цих ТК є ЕТК. Йому властиві середні значення показників серцевого індексу (СІ), загального периферичного опору судин (ЗПОС), питомого периферичного опору судин (ППОС). Вважається, що при цьому типі кровообігу ССС працює без перевантажень, але й не в найбільш ощадливому режимі.

Різні типи кровообігу мають своєрідність адаптаційних можливостей, і їм властивий різний перебіг патологічних процесів. Так, при ГрТК серце працює в найменш економічному режимі, і діапазон компенсаторних можливостей цього типу кровообігу обмежений. При цьому типі гемодинаміки має місце висока активність симпатoadреналової системи. При даному типі кровообігу найбільше часто дослідниками виявлялися дезадаптивні реакції гемодинаміки на функціональні проби. Навпаки, при ГТК серцево-судинна система має більший динамічний діапазон і діяльність серця найбільш економічна. Більше високий рівень споживання кисню на висоті навантаження встановлений у дорослих із ГТК, в них і найбільш економно витрачаються резерви міокарда.

Еукінетичний тип кровообігу за показниками серцево-судинної системи посідає проміжне місце між розглянутими раніше типами. [3].

Студентів із ГрТК 33 %, що на 9 % більше, ніж обстежених із ГТК. Ці два типи є кардинально різними. Якщо ГрТК характеризується роботою серця в найменш ощадливому режимі та зниженій компенсаторній можливості кровообігу, то ГТК має зворотні характеристики. Таким чином, обстежених, робота ССС яких найбільш економічна, менша частина — 24 %.

Розділивши всіх студентів на 3 групи за типами кровообігу, ми досліджували у них фрактальну природу кардіоритму. Основною характеристикою фрактальності є властивість самоподібності. Ступенем самоподібності фрактальних структур виступає індекс Херста. Чим більший ступінь самоподібності в стохастичності діяльності системи, якщо розглядати цю стохастичність у різних масштабах, тим ближчий цей індекс до 1,0. Порушення самоподібності зменшує індекс Херста й свідчить про порушення в діяльності біосистеми [2, с. 53]. Розрахунок індекса Херста проводився за формулою Є. Федера [4, с. 118]:

Динаміка зміни показника фрактальності кардіоритму студентів з різними типами кровообігу показала, що в осіб із ГТК Н1 (інд. Херста в стані спокою) має середні значення (0,753). Практично не відрізняється показник Н1 у студентів із ГрТК (0,755). А ЕТК характеризується показником Н1, що має значення вище за середнє (0,763). Хоча дані зміни не можна вважати достовірними. Реакція на навантаження, що випробували обстежені (проба Генче), різна залежно від ТК. Так, в осіб із ГТК і ГрТК показники Н2 (інд. Херста при навантаженні) знизилися до значень нижче середнього ( $0,71 \leq H < 0,73$ ). А в осіб з ЕТК — до середніх значень ( $H_2 = 0,736$ ). З діаграми ми бачимо, що гірше інших на дозоване навантаження реагує ГрТК ( $H_2 = 0,713$ , що наближає його значення до низьких показників).

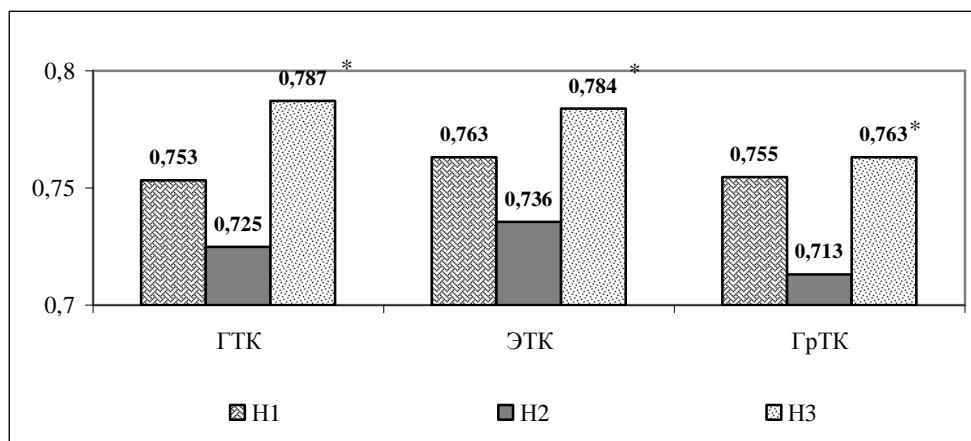


Рис. 2. Фрактальний аналіз кардіоритму в залежності від типу кровообігу

Індекс Н3, що характеризує фрактальність ССС у період відновлення в ГТК і ЕТК, має майже однакові значення, які відповідають значенню вище за середнє. А Н3 у ГрТК має середні значення, хоча й наближається до межі, що відповідає значенням вище за середнє.

Таким чином, ЕТК має найкращі фрактальні характеристики, на відміну від ГрТК. Дане дослідження підтверджує, що ГрТК має обмежені адаптаційні можливості, здатності до самоорганізації, самовідновлення. А ЕТК, як проміжний тип між ГрТК та ГТК, як би втілює в собі поняття золотієї середини, згідно з яким все у світі прагне до гармонії.

### Висновки

Ми залучили до нашого дослідження 81 студента й дійшли висновку, що розподіл на гіпо-, еу- і гіперкінетичний типи кровообігу має такий вигляд: ГТК — 24% обстежених, ЕТК — 43%, ГрТК — 33 %. У такий спосіб видно, що домінуючим виступає ЕТК, що є проміжним між ГТК і ГрТК і характеризується середньою економічністю роботи серцево-судинної системи.

У результаті дослідження фрактальності серцевого ритму студентів з різними ТК ми встановили, що найкращі фрактальні характеристики мають особи з ЕТК. У студентів з цим ТК вихідні значення індекса Херста вище, ніж в осіб інших ТК. Також їх ССС, з погляду фрактальних параметрів, краще реагує на навантажувальну пробу. А індексом Херста в період відновлення має значення вище за середнє. У такий спосіб дані результати показують, що яскравіше всього фрактальна природа системи кровообігу виражена в осіб з ЕТК.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Баевский Р.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе/ Р.М. Баевский, О.И. Кириллов. — М. : Наука, 1984. — 224 с.
2. Земцова В.И. Фрактальный анализ в спорте: состояние и перспективы / В.И. Земцов // Педагогіка, психологія та мед.-біол. проблеми фізичного виховання і спорту: зб. наук. праць / Під ред. С.С. Єрмакова. — Х. : ХХПІ, 1999. — № 21. — С. 52–56.
3. Савицкий Н.Н. Биофизические основы кровообращения и клинические методы изучения гемодинамики / Н.Н. Савицкий. — М. : Медицина, 1974. — 312 с.
4. Федер Е. Фракталы / Е. Федер. — М. : Мир, 1991. — 254 с.

